Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 2, Summer 2020, p. 197-209

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۲۰۹-۱۹۷

مقاله علمی- پژوهشی

اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره غذایی بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ در دوره پس از تولک‌بری مرغ‌های تخم‌گذار

سعید باقری[۱]، ابوالقاسم گلیان[۲*]، حسن نصیری مقدم[۲]، حیدر زرقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره غذایی در دوره پس از تولک‌بری بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ، آزمایشی با استفاده از تعداد ۳۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار، ۸ تکرار و ۸ قطعه پرنده در هـر تکـرار در دوره سـنی ۱۰۳-۹۲ هفتگی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های غذایی با تراکم انرژی و مواد مغذی در سطوح ۹۱، ۹۴، ۹۷، ۱۰۰ و ۱۰۳ درصد مقـادیر توصیه سویه بودند. در کل دوره آزمایش با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی به ازای هر قطعه مرغ به‌طور خطی و معنی‌دار افزایش و ضریب تبدیل خوراک به‌طور خطی و معنی‌دار بهبود یافت. تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان مصرف خوراک، هزینه خوراک به ازای یک کیلوگرم تولید، وزن تخم‌مرغ، وزن نسبی اجزای تخم‌مرغ، واحد هاو، شاخص شـکل تخـم‌مـرغ، وزن ویـژه تخم‌مرغ و ضخامت پوسته تخم‌مرغ نداشتند. میزان نیاز به انرژی و مواد مغذی در مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولک‌بری به‌منظـور بهینـه‌سـازی شاخص‌های گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل غذایی با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته خطی به ترتیب ۹۴/۹۶ و ۹۷/۰۲ درصد و با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته درجه‌دو به ترتیب ۹۵/۷۱ و ۹۵/۹۵ درصد احتیاجات سویه برآورد شد. نتیجه کلی اینکه، در دوره پس از تولـک‌بری، استفاده از جیره‌هایی با تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح ۹۷-۹۵ درصد توصیه سویه های‌لاین W-36 دارای مناسب‌ترین عملکرد تولیدی است.

واژه‌های کلیدی: تراکم انرژی و مواد مغذی، عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ، مرغ‌های تخم‌گذار.

مقدمه

دستیابی به توان بالقوه ژنتیکـی نیازمنـد فـراهم کـردن تمـامی نیازهای طیور به‌ویژه نیاز مواد مغذی اسـت (۲۱). انـرژی و پـروتئین حدود ۸۵ درصد از هزینه‌های خوراک را به خود اختصاص مـی‌دهنـد (۱۱). تنظیم صحیح پروتئین و اسیدهای آمینه جیره نقش مهمـی در بهبود تولید تخم‌مرغ، رفاه پرنده و کاهش هزینه‌های تولید ایفا می‌کند (۱۴). افزایش کارایی خوراک از راه کاهش دفع مواد مغذی مـی‌توانـد علاوه بر بهبود عملکرد تولیدی، موجب کاهش دفع نیتروژن شده که در راستای سیاست‌های کاهش آلودگی محیط‌زیست است. بنـابراین، شناخت فراهمی مواد مغذی جیره و تعریف دقیق از نیازهای پرنده دو کلید مهم در بهبود کارآیی غذایی است (۲۷). علاوه بر ایـن افـزایش پیوسته هزینه‌های خوراک و نگرانی از تأثیر منفی سامانه‌های پرورش فشرده طیور بر روی محیط زیست، کارشناسان دانـش تغذیـه را وادار ساخته تا همواره سطح انرژی و مواد مغذی موردنیاز در جیره طیـور را برآورد نمایند (۲۴).

با افزایش قیمت نهاده‌های دامی در سطح جهانی تنظیم جیره‌های متراکم باعث افزایش شدید بهای خوراک مصرفی مـی‌شـود. اگرچـه استفاده از جیره‌های کم‌تراکم باعث کـاهش هزینـه مـی‌شـود، ولـی چنانچه پرنده نتواند میزان مصرف خوراک خود را به‌منظور تأمین نیاز به انرژی و مواد مغذی جیره تنظیم کند، تولید کاهش خواهـد یافـت (۱۸). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که مرغ‌های تخم‌گـذار می‌توانند میزان مصرف خوراک خود را بـرای حفـظ انـرژی دریـافتی تنظیم کنند (۱۲، ۱۹، ۲۹ و ۳۰) بنابراین، از جیره‌های غذایی رقیق در

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاو رزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشـهد، ایران.
۳-استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*-ایمیل نویسنده مسئول: Email: Golian-a@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i2.73162

مقایسه با جیره‌های متراکم میزان بیشتری مصرف می‌کنند. البته برخلاف پژوهش‌های فوق، نشان داده است که مرغ‌ها در تنظیم مصرف خوراک آن‌گونه که فکر می‌شود، دقیق نیستند. یکی از دلایل اصلی این عدم توانایی، کاهش گنجایش دستگاه گوارش در سویه‌های نوین مرغ‌های تخم‌گذار است (۱۳).

به‌طور طبیعی گله‌های مرغ‌های تخم‌گذار را در سنین ۸۰-۷۰ هفتگی (حدود ۱۲-۱۰ ماهگی تولید) تولک می‌برند. ازآنجایی‌که درصد تولید تخم‌مرغ در دوره دوم تخم‌گذاری نسبت به دوره نخست تخم‌گذاری پایین‌تر است. بنابراین، نیاز به مواد مغذی این مرغ‌ها به علت پایین بودن تولید، کمتر خواهد بود. با توجه به اینکه در رابطه با نیازهای مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولک‌بری بررسی‌های کمی انجام‌شده است، این آزمایش به‌منظور بررسی اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره بر شاخص‌های عملکرد تولیدی، صفات کیفی تخم‌مرغ و عملکرد اقتصادی مرغ‌های تخم‌گذار سویه های لاین W-36 در دوره پس از تولک‌بری انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه های‌لاین W-36 در دوره پس از تولک‌بری (پرندگان مورد آزمایش طبق برنامه غذایی توصیه‌شده در راهنمای سویه تولک برده شده بودند)، در سن ۹۰ هفتگی با شرایط ظاهری سالم و حتی‌الامکان یکنواخت، انتخاب شدند. هر دو قفس مجاور هم به‌عنوان یک واحد آزمایشی (۸ قطعه مرغ) در نظر گرفته شدند. دان‌خوری و محل استقرار تخم‌مرغ مربوط به هر واحد آزمایشی به‌وسیله حائل‌هایی از هم جدا شدند به‌گونه‌ای که خوراک و تخم‌مرغ تولیدی هر واحد با واحد آزمایشی مجاور مخلوط نگردد. پرندگان انتخاب‌شده به‌طور تصادفی بین واحدهای آزمایشی (هشت قطعه) با وزن گروهی یکسان تقسیم شدند. میانگین وزن زنده پرندگان قبل از شروع آزمایش ۷۰±۱۵۹۰ گرم بود. آزمایش در فصل بهار سال ۱۳۹۵ در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در طول دوره آزمایش، شرایط محیطی یکسانی برای همه گروه‌های آزمایشی تأمین شد. تمامی مرغ‌ها به‌صورت آزاد به آب آشامیدنی و خوراک دسترسی داشتند. در طول دوره آزمایش دمای سالن در محدوده ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم و توسط دماسنج کنترل می‌شد. برنامه نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت خاموشی در شبانه‌روز اعمال شد.

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار، ۸ تکرار و تعداد ۸ قطعه مرغ در هر تکرار انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل تغییر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره در سطوح ۹۱، ۹۴، ۹۷، ۱۰۰ و ۱۰۳ درصد نسبت به احتیاجات راهنمای سویه‌ی های لاین W-36 (۲۰۱۵) بود. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار UFFDA تنظیم شدند (جدول ۱). طول دوره آزمایش شامل دو هفته (۹۱-۹۰ هفتگی) دوره عادت‌پذیری و سه دوره ۲۸ روزه (۹۵-۹۲، ۹۹-۹۶، ۱۰۳-۱۰۰ هفتگی) دوره‌های رکورد برداری بودند.

جدول ۱– اجزاء تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

Table 1– Ingredients and nutrients composition of the experimental diets

اجزاء جیره (٪) Ingredient (%)	نسبت تراکم انرژی و مواد مغذی جیره به احتیاجات سویه (درصد) Dietary energy and nutrient density ratio to strain recommendation (%)				
	91	94	97	100	103
ذرت Corn (ME=3373, CP=7.5%)	58.98	58.33	57.67	57.04	56.42
سبوس گندم Wheat brain (ME=1300, CP=14.8)	14.00	11.00	8.00	5.00	2.00
روغن سویا Soy oil (ME=8800)	0.88	2.00	3.14	4.25	5.34
کنجاله سویا Soybean meal (ME=2240, CP= 44)	14.65	16.83	18.97	21.11	23.25
دی‌کلسیم‌فسفات Di-calcium Phosphate	1.63	1.75	1.89	2.02	2.14
کربنات کلسیم Calcium carbonate	8.81	9.06	9.31	9.55	9.81
نمک طعام Common salt	0.31	0.32	0.32	0.35	0.38
دی‌ال-متیونین DL-Methionine	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15

ال-لیزین هیدرو کلراید L-Lysine HCL	0.09	0.06	0.04	0.02	-
ال-ترئونین L-Threonine	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
مکمل ویتامینه[۱] Vitamin premix[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل معدنی[۲] Mineral Premix[2]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ترکیب مواد مغذی (محاسبه‌شده) Nutrient composition (calculated)					
انرژی قابل متابولیسم (کیلوگرم/کیلوکالری) ME (kcal/kg)	2588	2673	2760	2845	2928
پروتئین خام (درصد) CP (%)	13.12	13.55	13.99	14.42	14.85
کلسیم (درصد) Ca (%)	3.77	3.89	4.02	4.14	4.27
فسفر قابل‌دسترس (درصد) Available P (%)	0.44	0.45	0.47	0.48	0.50
سدیم (درصد) Na (%)	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18
متیونین قابل‌هضم (درصد) Digestible methionine (%)	0.31	0.33	0.34	0.36	0.36
متیونین+ سیستین قابل‌هضم (درصد) Digestible methionine + cystine (%)	0.51	0.52	0.54	0.56	0.57
ترئونین قابل‌هضم (درصد) Digestible threonine (%)	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49
لیزین قابل‌هضم (درصد) Digestible lysine (%)	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69
بهای جیره‌های آزمایشی (کیلوگرم/ریال) Experimental diet cost (Rial/kg)	9464	9908	10352	10796	11241

[۱] در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A (رتینول) ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3 (کوله‌کلسیفرول)، ۳۳۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E (دی-ال- الفاتوکوفرول استات)، ۱۸/۵ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3 (منادیون)، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1 (تیامین)، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2 (ریبوفلاوین) ۴/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B3 (نیاسین)، ۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B_5 (اسید پانتوتنیک)،۳۵/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6 (پیرویدکسین)، ۲/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B_9 (اسیدفولیک) ۰/۵ میلی‌گرم، ویتامین B_{12} (سیانوکوبالامین)، ۱۰ میکروگرم، ویتامین H (بیوتین)، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ کولین‌کلراید، ۵۰ میلی‌گرم.

[۲] در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: روی (سولفات روی)، ۶۴/۰ میلی‌گرم؛ منگنز (سولفات منگنز)، ۸۰/۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنیت سدیم)، ۰/۳ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۶/۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۷۵/۰ میلی‌گرم.

[۳] در زمان اجرای آزمایش بهای خرید هر کیلوگرم ذرت، سبوس‌گندم، کنجاله سویا، کلسیم کربنات (سنگ‌آهک)، روغن سویا، دی‌کلسیم فسفات، نمک، مکمل ویتامینه، مکمل معدنی، متیونین، ترئونین، لیزین و بهای فروش هر کیلو گرم تخم‌مرغ به ترتیب: ۸۵۰۰، ۷۰۰۰، ۱۶۰۰۰، ۳۰۰، ۳۳۰۰۰، ۲۰۰۰۰، ۱۵۰۰، ۳۷۵۰۰، ۳۷۵۰۰، ۱۶۵۰۰۰، ۹۵۰۰۰، ۹۵۰۰۰ و ۲۸۵۰۰ ریال بود.

[1]Provides per kg of diet: vitamin A (retinol), 8800 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 3300 IU; vitamin E (DL-α-tocopheryl acetate), 18.5 IU; vitamin K_3 (menadione), 2.2 mg; vitamin B1 (thiamin), 1.5 mg; vitamin B_2 (riboflavin), 4.0 mg; vitamin B3 (niacin), 8.0 mg; vitamin B_5 (pantothenic acid), 35.0 mg; vitamin B6 (pyridoxine), 2.5 mg; vitamin B_9 (folic acid), 0.5 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 10 µg; vitamin H_2 (biotin), 0.15 mg; choline, 468.7 mg.

[2]Provides (mg/kg of diet): Mn (manganese sulphate) 80.0, Fe (iron sulphate) 75.0, Zn (zinc sulphate) 64.0, Cu (copper sulphate) 6.0, Se (sodium selenite) 0.3.

Ingredients price: 8500, 7000, 16000, 300, 33000, 20000, 1500, 37500, 37500, 165000, 95000, 95000 and 28500 Rials per kg of corn, wheat brain, soy meal, calcium carbonate, vegetable oil, Di-calcium Phosphate, sodium chloride, vitamin premix, mineral premix, D-L-Met, L-Thr, Lys-HCL and egg, respectively.

در طول دوره آزمایش میزان تولید تخم‌مرغ هر واحد آزمایشی به‌صورت روزانه (تعداد و وزن) رکورد برداری و میزان تخم‌گذاری (درصد) و گرم تخم‌مرغ تولیدی (گرم به ازای هر پرنده در روز) محاسبه شد. میزان مصرف خوراک هر واحد آزمایشی در دوره آزمایش ثبت و پس از تصحیح بر اساس تلفات، میزان مصرف خوراک (گرم به ازای هر پرنده در روز) محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک هر واحد آزمایشی از تقسیم گرم مصرف خوراک به گرم تولید تخم‌مرغ محاسبه شد. میزان انرژی قابل متابولیسم و پروتئین دریافتی به ازای هر قطعه

پرنده در روز از ضرب میزان مصرف خوراک روزانه در مقدار انرژی و یا پروتئین جیره‌های آزمایشی به دست آمد. به‌منظور بررسی عملکرد اقتصادی بهای اقلام خوراکی و تخم‌مرغ در فروردین‌ماه ۱۳۹۵ زمان اجرای طرح در نظر گرفته شد و هزینه خوراک به ازای تولید یک کیلوگرم تخم‌مرغ با استفاده از رابطه ۱ به دست آمد.

رابطه ۱) قیمت یک کیلوگرم خوراک × ضریب تبدیل خوراک =هزینه خوراک به ازای تولید یک کیلوگرم تخم‌مرغ

در سه روز پایانی سنین ۹۵، ۹۹ و ۱۰۳ هفتگی به‌منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ، دو عدد تخم‌مرغ (۴۸ عدد به ازای هر تیمار) به‌طور تصادفی از تخم‌مرغ‌های تولیدی هر واحد آزمایشی که دارای وزنی معادل میانگین وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی آن واحد آزمایشی بودند، جمع‌آوری شدند. تخم‌مرغ‌های جمع‌آوری‌شده برای سنجش شاخص‌های میانگین وزن تخم‌مرغ، وزن مخصوص، وزن اجزای تخم‌مرغ (سفیده، زرده، پوسته)، واحد هاو و ضخامت پوسته تخم‌مرغ به آزمایشگاه منتقل شدند. به‌منظور تعیین نسبت اجزای تخم‌مرغ پس از شکستن تخم‌مرغ، سفیده از زرده جدا، سپس با غلطاندن زرده روی گاز مرطوب، آلبومن چسبیده به آن به‌طور کامل زدوده و سپس وزن زرده تعیین شد. وزن پوسته پس از تمیز کردن محتویات و خشک‌کردن آن در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد، وزن سفیده با کسر وزن زرده و پوسته از وزن کل تخم‌مرغ به طریق محاسباتی تعیین شد (۲۳).

اندازه‌گیری ارتفاع سفیده با استفاده از دستگاه ارتفاع‌سنج (مدلCE 300، ساخت کشور آلمان) به‌منظور برآورد واحد هاو انجام و با استفاده از رابطه ۲، واحد هاو محاسبه شد (۲۳). وزن مخصوص تخم‌مرغ‌ها (گرم وزن تخم‌مرغ به ازای هر سانتی‌متر مکعب از حجم آن) با استفاده از روش اسموندسون و بیکر (۵) تعیین شد. به این منظور وزن تخم‌مرغ‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم داخل و خارج از آب اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ۳، وزن مخصوص تخم‌مرغ محاسبه شد. ضخامت پوسته تخم‌مرغ در سه ناحیه (کیسه هوایی، قطر و انتهای نوک‌تیز تخم‌مرغ) پس از جدا نمودن غشاها اندازه‌گیری و میانگین سه ناحیه به‌عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد (۲۳).

رابطه ۲)

$$\text{واحد هاو} = 100 \times \log\left(\text{ارتفاع سفیده} + 7.57 - 1.7 \times \text{وزن تخم مرغ}^{0.37}\right)$$

رابطه ۳)

$$\text{وزن مخصوص تخم مرغ} = \frac{\text{وزن تخم مرغ خارج از آب}}{\text{تفاوت وزن تخم مرغ داخل و خارج از آب}}$$

نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، با استفاده از رویه مدل‌های خطی عمومی (GLM) نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی (P<۰/۰۵) انجام شد. داده‌هایی که به‌صورت نسبی (درصد) بودند، پس از تبدیل به استفاده از رابطه ۴ مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مدل آماری طرح مورداستفاده به‌صورت رابطه ۵ بود.

رابطه ۴)

$$X = arcSin\sqrt{\frac{x}{100}}$$

رابطه ۵)

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

که در این رابطه: Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ T_i، اثر تیمار؛ B_j، اثر بلوک و ε_{ij}، اثر خطای آزمایش است.

مدل رگرسیونی خط شکسته خطی (رابطه ۶) و خط شکسته درجه‌دو (رابطه ۷) برای برآورد احتیاجات با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ برازش شد (۱). به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مدل برازش شده از ضریب تعیین (مربع ضریب همبستگی "R^2") استفاده شد (رابطه ۸).

رابطه ۶)

$$Y = L + U(R-X) \text{ for } X<R \text{ or } Y=L \text{ for } X \geq R$$

رابطه ۷)

$$Y = L + U(R-X)(R-X) \text{ for } X<R \text{ or } Y=L \text{ for } X \geq R$$

که در این رابطه‌ها: Y= پاسخ، L= حداکثر پاسخ، R= مقدار نیاز، X= دز و a, b, c and U = پارامترهای تخمین زده‌شده مدل‌ها هستند.

رابطه ۸)

$$R^2 = \frac{(SST - SSE)}{SST}$$

نتایج و بحث

اثر سطح انرژی و مواد مغذی جیره بر شاخص‌های سنجش عملکرد تولیدی همچون مصرف خوراک، درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه، ضریب تبدیل خوراک، انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام دریافتی، هزینه تمام‌شده خوراک برای یک کیلوگرم تخم‌مرغ تولیدی و تغییرات وزن بدن مرغ‌ها تحت تیمارهای آزمایشی در دوره سنی ۱۰۳-۹۲ هفتگی (پس از تولک‌بری) در جدول ۲ گزارش‌شده است. اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره بر میزان مصرف خوراک در کلیه دوره‌های سنی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۲-اثر تراکم انرژی و مواد مغذی بر عملکرد تولیدی، انرژی و پروتئین دریافتی و تغییرات وزن بدن در دوره پس از تولک‌بری تولید مرغ‌های تخم‌گذار سویه های-لاینW36

Table 2- Effects of dietary energy and nutrient density on performance, energy and protein intake and live body weight difference of "Hy-Line W36" laying hens in the 2nd production-cycle

سن (هفته) Age (week)	نسبت تراکم انرژی و مواد مغذی جیره به احتیاجات سویه (درصد) Dietary energy and nutrient density ratio to strain recommendation					SEM	P-Value		
	91	94	97	100	103		ANOVA	Liner equation	Quadratic equation
				مصرف خوراک (روز/ پرنده/ گرم) Feed intake (g/b/d)					
92-95	84.00	85.05	84.81	84.89	84.27	1.852	0.96	0.94	0.65
96-99	85.75	86.53	86.18	86.93	84.69	1.729	0.90	0.74	0.43
100-103	83.76	83.48	83.14	83.01	82.90	3.156	0.96	0.82	0.96
92-103	84.50	85.02	84.71	84.94	83.95	1.706	0.94	0.80	0.69
				تخم‌گذاری (درصد) Egg production (%)					
92-95	51.89	51.32	53.79	53.85	56.08	2.533	0.69	0.16	0.73
96-99	49.19	52.61	52.21	53.23	55.23	2.612	0.59	0.11	0.88
100-103	42.91[b]	53.15[a]	52.07[a]	57.65[a]	54.45[a]	3.038	0.02	0.01	0.08
92-103	48.00[b]	52.36[ab]	52.69[ab]	54.91[a]	55.25[a]	2.166	0.04	0.01	0.44
				تولید تخم‌مرغ (روز/ پرنده/ گرم) Egg production (g/b/d)					
92-95	31.49	31.85	32.66	32.47	33.77	1.582	0.87	0.28	0.87
96-99	29.83	32.62	31.98	32.75	33.91	1.631	0.50	0.11	0.75
100-103	25.52[b]	32.59[a]	32.07[a]	33.19[a]	33.07[a]	1.716	0.01	0.01	0.06
92-103	28.95[b]	32.36[ab]	32.24[ab]	32.80[ab]	33.59[a]	1.370	0.04	0.03	0.37
				ضریب تبدیل غذایی (گرم تولید تخم‌مرغ/ گرم مصرف خوراک) Feed conversion ratio (g FI/g EP)					
92-95	2.724	2.682	2.615	2.664	2.534	0.115	0.80	0.26	0.87
96-99	2.906[a]	2.715[ab]	2.726[ab]	2.707[ab]	2.506[b]	0.120	0.04	0.04	0.91
100-103	3.340[a]	2.621[b]	2.604[b]	2.641[b]	2.533[b]	0.160	0.01	0.01	0.15
92-103	2.990[a]	2.673[ab]	2.647[ab]	2.671[ab]	2.524[b]	0.100	0.03	0.01	0.30
				انرژی قابل سوخت‌وساز دریافتی (روز/ پرنده/ کیلوکالری) Metabolizable energy intake (kcal/b/d)					
92-95	217.40[c]	227.34[bc]	234.07[ab]	241.52[ab]	246.75[a]	5.147	<0.01	<0.01	0.64
96-99	221.93[c]	231.30[bc]	237.86[ab]	247.30[a]	247.97[a]	4.786	<0.01	<0.01	0.41
100-103	216.76	223.14	229.46	236.18	242.72	9.063	0.29	0.02	0.98
92-103	218.70[c]	227.26[bc]	233.80[ab]	241.67[ab]	245.81[a]	4.816	<0.01	<0.01	0.67
				پروتئین خام دریافتی (روز/ پرنده/ گرم) Crude protein intake (g/b/d)					
92-95	11.02[c]	11.52[bc]	11.86[ab]	12.24[ab]	12.51[a]	0.261	<0.01	<0.01	0.65
96-99	11.25[c]	11.73[bc]	12.06[ab]	12.53[a]	12.58[a]	0.443	<0.01	<0.01	0.42
100-103	10.99	11.31	11.63	11.97	12.31	0.459	0.29	0.02	0.97
92-103	11.09[c]	11.52[bc]	11.85[ab]	12.25[ab]	12.47[a]	0.244	<0.01	<0.01	0.68
				هزینه خوراک برای تولید یک کیلوگرم تخم‌مرغ (کیلوگرم/ ریال) Feed cost for 1 kg egg production (Rial/kg)					
92-95	25783	26574	27072	28691	28485	1180	0.36	0.04	0.84
96-99	27504	26895	28236	29149	28167	1233	0.75	0.34	0.79
100-103	31613[a]	25977[b]	26948[ab]	28448[ab]	28472[ab]	1685	0.19	0.49	0.07
92-103	28300	26482	27419	28763	28375	1017	0.25	0.45	0.39
				تغییرات وزن زنده (گرم) Live body weight difference (g)					
92-103	-154[b]	-115[ab]	-77[a]	-58[a]	-94[a]	19.27	0.04	0.06	0.12

[a-b] میانگین در هر ردیف که حروف مشترک ندارند اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

[a–d] Values in a row with no common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$).

با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی در دوره سنی ۱۰۳-۱۰۰ هفتگی و کل دوره آزمایش به‌طور خطی افزایش و ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های سنی ۹۹-۹۶، ۱۰۳-۱۰۰ هفتگی و کل دوره آزمایش به‌طور خطی کاهش یافت. با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌ها میزان انرژی و پروتئین مصرفی در دوره سنی ۹۵-۹۲، ۹۹-۹۶ و کل دوره آزمایش به‌طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۱). اگرچه اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی بر هزینه خوراک برای تولید هر کیلوگرم تخم‌مرغ در کلیه دوره‌های سنی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) ولی مرغ‌های تغذیه شده با جیره با تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح ۹۴ درصد توصیه سویه کمترین هزینه خوراک برای تولید یک کیلوگرم تخم مرغ را داشتند. اثر تراکم انرژی و مواد مغذی بر تغییرات وزن بدن در طول دوره آزمایش (اختلاف وزن زنده مرغ‌ها در ابتدا با انتهای دوره آزمایش) معنی‌دار شد (P<۰/۰۴). به‌طوری‌که مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره با رقت ۹۱ درصد در مقایسه با مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره با تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح ۹۷، ۱۰۰ و ۱۰۳ درصد به‌طور معنی‌داری افت وزن بیشتری داشتند.

عدم بروز اثر معنی‌دار تراکم انرژی و مواد مغذی جیره بر میزان مصرف خوراک در این آزمایش با گزارش مطالعه اثر تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار های‌لاین W36 با جیره‌های دارای تراکم مختلف انرژی و مواد مغذی در دوره سنی ۷۰-۱۹ هفتگی مطابقت دارد (۸). این محققین گزارش کردند اثر تغییر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره بر میزان مصرف خوراک در دوره‌های سنی ۷۰-۳۳ هفتگی و کل دوره پرورش (۷۰-۱۹ هفتگی) معنی‌دار نبود، اگرچه در سنین جوان‌تر (۳۲-۲۷ هفتگی) با افزایش سطح انرژی و مواد مغذی جیره میزان مصرف خوراک به‌طور خطی و معنی‌دار کاهش یافت. در تضاد با نتایج فوق بر پایه گزارش‌های برخی محققین مرغ‌ها خوراک دریافتی خود را در پاسخ به تراکم انرژی و مواد مغذی تغییر می‌دهند (۱۲، ۲۴، ۲۹ و ۳۰). در مرغ‌های دکالب سفید هنگامی‌که تراکم انرژی از ۲۷۱۹ به ۲۹۵۶ (کیلوکالری) افزایش یافت، پرنده خوراک دریافتی خود را تنظیم و آن را از ۱۰۷/۶ به ۱۰۱/۱ (گرم/پرنده/روز) کاهش داد (۳۰). آزمایش بر روی مرغ‌های سویه های‌لاین W-36 نشان داد که این مرغ‌ها با افزایش یا کاهش انرژی به‌طور معنی‌داری خوراک دریافتی خود را متناسب با تغییر تراکم انرژی تغییر دادند (۱۲). کاهش ۱۰ درصدی تراکم انرژی و مواد مغذی در مرغ‌های تخم‌گذار سویه شیور (۶۷-۱۹ هفتگی) باعث ۲۰ درصد افزایش در خوراک دریافتی (از ۱۰۰ به ۱۲۰ گرم در روز و بالاترین میزان خوراک دریافتی روزانه ۱۳۰ گرم در روز) شد (۱۹). آن‌ها از نتایج حاصله چنین برداشت کردند که تا هنگامی‌که تعادل انرژی و مواد مغذی در جیره‌های کم تراکم حفظ شود حتی جیره‌ای با کمترین انرژی قابل سوخت‌وساز ۲۴۶۵ کیلوکالری/کیلوگرم و پروتئین خام ۱۵/۲ درصد می‌تواند برای پشتیبانی یک دوره کامل تولید مناسب باشد.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی از سطح ۹۱ درصد تا سطح ۱۰۰ درصد توصیه سویه درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی در کل دوره آزمایش به‌طور خطی افزایش و ضریب تبدیل غذایی به‌طور خطی کاهش یافت (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با گزارش دی‌پرشیو و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد با این تفاوت که این پژوهشگران در دوره نخست تخم‌گذاری (۷۰-۱۹ هفتگی) مطالعه خود را انجام دادند. آن‌ها نشان دادند که با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌های دریافتی در دامنه ۸۵ تا ۱۰۵ درصد سطح توصیه‌ی راهنمای پرورش مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 میزان تولید (درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی) و راندمان تبدیل در دوره‌های سنی ۲۶-۱۹، ۳۲-۲۷، ۷۰-۳۳ هفتگی و کل دوره تولید (۷۰-۱۹ هفتگی) به‌طور خطی و معنی‌دار افزایش یافت (۸). در آزمایشی بر روی دو سویه دکالب و بووان سفید در فاز نخست و در ۳۶-۲۱ هفتگی تیمارهای با چهار تراکم انرژی قابل سوخت‌وساز ۲۷۱۹، ۲۷۹۸، ۲۸۷۷ و ۲۹۵۶ (کیلوگرم/کیلوکالری) بررسی شد و نتایج نشان داد که اثرات اصلی سویه و تراکم انرژی بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار شد ولی اثرات متقابل سویه و تراکم انرژی غیر معنی‌دار شد (۳۰). در آزمایش دیگری نیز با بررسی اثر سطوح مختلف انرژی قابل سوخت‌وساز ۲۸۵۰، ۲۹۵۰، ۳۰۵۰ (کیلوگرم/کیلوکالری) و پروتئین خام ۱۶، ۱۸ و ۲۰ (درصد) جیره در فاز دوم تولید، اثر سطح انرژی و پروتئین جیره بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار گزارش‌شده است (۱۵).

در آزمایش حاضر با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره‌ها میزان انرژی و پروتئین مصرفی به‌طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج به دست آمد با گزارش‌های حاصل از تحقیقات پیشین مطابقت دارد (۶، ۸، ۱۶، ۱۹ و ۲۰). در این مطالعات نشان داده‌شده است که با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره مرغ‌های تخم‌گذار، مقدار انرژی و مواد مغذی دریافتی به‌طور خطی و معنی‌دار افزایش می‌یابد. البته برخی پژوهشگران نیز گزارش کرده‌اند که افزایش تراکم انرژی جیره بر میزان انرژی مصرف‌شده توسط پرنده تأثیر معنی‌داری نداشت (۷ و ۲۸). در جیره‌های کم انرژی ممکن است حجیم بودن جیره‌ها به‌صورت یک عامل محدودکننده مصرف خوراک برای به دست آوردن پروتئین بیشتر عمل کرده باشد. در پرندگان تخم‌گذار استفاده از جیره‌ی پرانرژی نسبت به کم انرژی باعث کاهش ۱۴ درصدی در دریافت پروتئین شده است (۱۸). اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره بر هزینه خوراک به ازای واحد وزن تولید در دوره‌های سنی ۹۵-۹۲، ۹۹-۹۶ و کل دوره آزمایش ۱۰۳-۹۲ هفتگی

معنی‌داری نبود. ولی در دوره سنی ۱۰۳-۱۰۰ هفتگی اثر تراکم انرژی و مواد مغذی بر هزینه خوراک به ازای یک کیلوگرم تولید معنی‌دار شد. در مرغ‌های تغذیه شده با جیره با تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح ۹۴ درصد توصیه سویه هزینه خوراک به ازای تولید یک کیلوگرم تخم‌مرغ در دوره‌های سنی ۹۵-۹۲، ۹۹-۹۶، ۱۰۳-۱۰۰ و کل دوره آزمایش کمترین مقدار بود. گزارش‌شده است با توجه به تغییرات بهای تخم‌مرغ و مواد خوراکی نمی‌توان به‌طور ثابت سطح ایده‌آلی از تراکم انرژی قابل سوخت‌وساز و مواد مغذی جیره را که موجب سوددهی بهینه شود را مشخص نمود (۱۱، ۲۹ و ۳۰). در این پژوهش، مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره دارای تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح توصیه سویه، دارای کمترین کاهش وزن بودند و پرندگانی که خوراک رقیق‌شده دریافت کردند (تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح ۹۱ درصد نسبت به توصیه‌ی راهنمای پرورش مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36) دارای بیشترین کاهش وزن بودند.

اثر تراکم انرژی و مواد مغذی بر شاخص‌های سنجش کیفیت تخم‌مرغ در جدول ۳ نشان داده‌شده است. تراکم انرژی و مواد مغذی، اثر معنی‌داری بر شاخص‌های سنجش کیفیت تخم‌مرغ همچون وزن تخم‌مرغ، وزن نسبی اجزای تخم‌مرغ، واحد هاو، شاخص شکل تخم‌مرغ، وزن ویژه تخم‌مرغ و ضخامت پوسته تخم‌مرغ نداشت.

مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، در پژوهش‌های لیسون و سامرز (۲۰۰۱) اثر تراکم مواد مغذی اعمال‌شده بر وزن تخم‌مرغ دارای تفاوت معنی‌دار نبود (۱۹) در مقابل دی‌پرشیو و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که با افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره وزن تخم‌مرغ به‌طور خطی ($P < ۰/۰۵$) در همه دوره‌ها (۲۶-۱۹، ۳۲-۲۷، ۷۰-۳۳ هفتگی) و کل دوره (۷۰-۱۹ هفتگی) افزایش یافت (۸). دی‌پرشیو و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تراکم انرژی و مواد مغذی خوراک مرغ‌ها تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 در همه‌ی دوره‌ها (۲۶-۱۹، ۳۲-۲۷، ۷۰-۳۳ هفتگی) و کل دوره (۷۰-۱۹ هفتگی) اثر معنی‌داری بر درصد وزن نسبی اجزای تخم‌مرغ (سفیده، زرده و پوسته) نداشت (۸). اپل‌گیت و همکاران (۲۰۰۹) نیز اثر افزایش غلظت اسیدهای آمینه لیزین، متیونین، ترئونین و ایزولوسین را بر اجزای داخلی تخم‌مرغ غیر معنی‌دار گزارش کردند (۴). آمیفول و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که افزودن ۰/۱ درصد مکمل متیونین به جیره‌ی دارای ۱۶/۱ درصد پروتئین تأثیری بر صفات داخلی تخم‌مرغ (درصد آلبومین و زرده) ندارد (۳)، همچنین گارسیا و همکاران (۲۰۰۵) تغییر سطح پروتئین و اسیدهای آمینه گوگرددار جیره را بر درصد آلبومین تخم‌مرغ معنی‌دار ندانستند (۱۰). البته نواک و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی که بر روی سویه دکالب-دلتا در سن ۲۰ تا ۶۳ هفتگی انجام دادند (۲۲)، اثر لیزین کل بر روی درصد سفیده و زرده را معنی‌دار گزارش کردند ($P<۰/۰۵$).

گزارش‌شده است که تغییر سطح پروتئین خام (۱۳ تا ۱۷/۴ درصد) جیره تأثیری بر وزن نسبی پوسته ندارد (۱۰ و ۲۹). درحالی‌که نواک و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که با افزایش سطح پروتئین (۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد) جیره در سن ۴۳-۲۰ هفتگی، وزن نسبی پوسته کاهش می‌یابد (۲۲). آمیفول و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که افزودن ۰/۱ درصد مکمل متیونین به جیره دارای ۱۶/۱ درصد پروتئین تأثیری بر وزن پوسته تخم‌مرغ ندارد (۳). همچنین گارسیا و همکاران (۲۰۰۵) و صفا و همکاران (۲۰۰۸) افزایش سطح متیونین جیره را بر درصد پوسته تخم‌مرغ معنی‌دار ندانستند (۱۰ و ۲۶). درحالی‌که نواک و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش سطح متیونین (۰/۲۹ تا ۰/۴۸ درصد) جیره در سن ۴۳-۲۰ هفتگی، درصد پوسته افزایش می‌یابد (۲۲).

تراکم انرژی و مواد مغذی خوراک دریافتی مرغ‌های تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 در همه دوره‌ها (۲۶-۱۹، ۳۲-۲۷، ۷۰-۳۳ هفتگی) و کل دوره (۷۰-۱۹ هفتگی) اثر معنی‌داری بر واحد هاو نداشت (۸). در مطالعه‌ای بررسی اثر تراکم سه سطح انرژی قابل سوخت‌وساز ۳۰۵۰، ۳۱۵۰ و ۳۲۵۰ (کیلوگرم /کیلوکالری) و سه سطح پروتئینی (۱۵، ۱۷ و ۱۹ درصد) در فاز نخست تولید بر شاخص شکل تخم‌مرغ، اثر اصلی تراکم انرژی غیر معنی‌دار و اثر اصلی تراکم پروتئین و همچنین اثرات متقابل پروتئین و انرژی در سطح یک درصد به‌صورت معنی‌دار و افزایشی گزارش شده است (۲۵). فیگیوردئو و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایش بر روی مرغ‌های تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 در سن ۴۲ تا ۵۸ هفتگی گزارش کردند با افزایش غلظت لیزین قابل‌هضم جیره در دامنه ۰/۵۴۲ تا ۰/۸۷۹ درصد، واحد هاو به‌صورت معادله درجه دوم تغییر کرد (۹)، این پژوهشگران بیان کردند که غلظت‌های بالای لیزین قابل‌هضم در جیره دارای مقادیر کافی پروتئین به دلیل بر هم زدن تعادل اسیدهای آمینه جیره، می‌تواند عامل کاهنده واحد هاو باشد. در آزمایش اکبری مقدم کاخکی (۲۰۱۶) اثر سطوح مختلف لیزین (۱) و سطوح مختلف متیونین (۲) بر شاخص شکل تخم‌مرغ صورت غیر معنی‌دار شد.

وزن ویژه و ضخامت پوسته تخم‌مرغ (جدول ۳) نیز مانند دیگر صفات کیفی تخم‌مرغ به‌صورت معنی‌دار در هیچ‌کدام از دوره‌ها تحت تأثیر تراکم انرژی و مواد مغذی قرار نگرفت. با توجه به این‌که ترکیب اصلی پوسته تخم‌مرغ، کربنات کلسیم است، عوامل تغذیه‌ای اصلی مؤثر بر کیفیت پوسته تخم‌مرغ؛ کلسیم، فسفر و ویتامین D_3 جیره هستند. همچنین سطح پروتئین، متیونین و اسیدهای آمینه گوگرددار جیره نیز روی کیفیت پوسته تخم‌مرغ نقش دارند. جلال و همکاران (۲۰۰۷) در آزمایش بررسی اثر تراکم سه سطح انرژی (۲۹۰۰، ۲۸۰۰ و ۲۸۰۰) با و بدون مکمل آویزایم بر روی چهار سویه باب کوک B-300، های لاین W-36، شیور سفید و های‌لاین قهوه‌ای در سنین ۲۲ تا ۵۰ هفتگی، گزارش کردند اثرات سویه بر وزن ویژه تخم‌مرغ

دارای تفاوت معنی‌دار بود به‌گونه‌ای کـه سـویه بـاب کـوک B-300 بیشترین میزان وزن ویژه را داشت ولی اثرات اصلی تـراکم انـرژی و اثرات متقابل انرژی و سویه بر وزن ویژه معنی‌دار نبود (۱۳).

جدول ۳- اثر تراکم انرژی و مواد مغذی بر کیفیت تخم‌مرغ در دوره پس از تولک‌بری مرغ‌های تخم‌گذار سویه های لاین W-36

Table 3- Effect of dietary energy and nutrient density effect on egg quality of "Hy-Line W36" laying hens in the 2nd production-cycle

سن (هفته) Age (week)	نسبت تراکم انرژی و مواد مغذی جیره به احتیاجات سویه (درصد) Dietary energy and nutrient density ratio to strain recommendation					SEM	P-Value		
	91	94	97	100	103		ANOVA	Liner equation	Quadratic equation
				میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم) Average egg weight (g)					
95	61.91	61.35	62.01	60.22	61.55	0.961	0.70	0.54	0.71
99	61.60	60.64	62.04	60.85	62.62	1.071	0.65	0.39	0.38
103	60.28	61.69	61.20	61.30	60.84	0.997	0.88	0.69	0.68
				وزن نسبی سفیده (درصد) Albumin relative weight (%)					
95	59.940	58.940	59.720	59.100	60.260	0.675	0.12	0.16	0.16
99	56.980	56.580	56.990	57.630	57.630	0.405	0.37	0.27	0.27
103	58.360	59.390	58.690	57.810	58.170	0.615	0.27	0.78	0.77
				وزن نسبی زرده (درصد) Yolk relative weight (%)					
95	30.76	31.56	30.87	31.40	30.57	0.522	0.60	0.30	0.30
99	30.86	31.39	30.74	30.46	30.50	0.564	0.78	0.77	0.76
103	29.80	29.14	29.88	30.90	30.20	0.578	0.35	0.88	0.88
				وزن نسبی پوسته (درصد) Shell relative weight (%)					
95	9.30	9.50	9.41	9.50	9.17	0.134	0.33	0.07	0.07
99	12.16	12.03	12.27	11.91	11.87	0.195	0.58	0.03	0.04
103	11.84	11.47	11.43	11.29	11.63	0.278	0.22	0.65	0.62
				واحد هاو Hugh unit					
95	67.61	66.71	66.60	68.10	67.13	1.233	0.87	0.74	0.73
99	77.90	77.29	76.03	76.79	76.29	1.505	0.89	0.60	0.62
103	85.99	86.76	87.36	87.36	86.32	1.718	0.97	0.49	0.49
				شاخص شکل تخم‌مرغ Egg shape index					
95	76.78	77.03	76.24	75.84	76.79	0.447	0.33	0.31	0.32
99	76.54	76.84	75.95	76.56	76.65	0.487	0.67	0.52	0.53
103	76.29	77.31	76.36	77.11	76.55	0.356	0.46	0.42	0.43
				وزن ویژه تخم‌مرغ (سانتی‌متر مکعب/گرم) Egg special weight (g/cm^3)					
95	1.074	1.074	1.073	1.074	1.072	0.001	0.28	0.30	0.28
99	1.082	1.082	1.082	1.081	1.081	0.001	0.91	0.88	0.78
103	1.084	1.081	1.084	1.082	1.082	0.001	0.16	0.90	0.92
				ضخامت پوسته تخم‌مرغ (میلی‌متر) Egg shell thickness (mm)					
95	0.382	0.382	0.377	0.382	0.374	0.001	0.59	0.69	0.67
99	0.386	0.380	0.390	0.379	0.387	0.001	0.63	0.81	0.81
103	0.365	0.363	0.370	0.363	0.375	0.001	0.35	0.45	0.43

میزان احتیاجات مرغ‌های تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 در دوره پس از تولک‌بری به‌منظور بهینه‌سازی شاخص‌های عملکردی شامل گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل غذایی با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته خطی به ترتیب ۹۴/۹۶ و ۹۷/۰۲ درصد و با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته درجه‌دو به ترتیب ۹۵/۷۱ و ۹۵/۹۵ درصد احتیاجات توصیه سویه به‌دست آمد (جدول ۴). میزان احتیاجات برآورد شده برای دوره پس از تولک‌بری ۱۰۳-۹۲ هفتگی برای شاخص‌های عملکردی توسط مدل‌های رگرسیونی خط شکسته خطی و درجه‌دو تقریباً نزدیک به هم برآورد شدند.

جدول ٤- جمع‌بندی برآورد سطح تراکم انرژی و مواد مغذی جیره نسبت به توصیه سویه های‌لاین W-36 برای بهینه‌سازی شاخص‌های عملکردی با معادلات رگرسیون خط شکسته خطی و درجه دو

Table 4- Summary of estimated dietary energy and nutrient density ratio to strain recommendation for optimization of performance by liner and quadratic broken-line regression fit models

فراسنجه/مدل Parameter/Model	نسبت برآورد شده Estimated ratio	دامنه ۹۵٪ تخمین Approximate 95% confidence limits پایین Lowe	بالا High	P-Value	R^2	معادله Equation
		تولید تخم‌مرغ (روز/ پرنده/ گرم) Egg production (g/b/d)				
خط شکسته خطی Linear broken-line	94.46	91.27	97.64	0.04	0.93	Y= -1.1371X+32.88
خط شکسته درجه دو Quadratic broken-line	95.71	87.55	103.90	0.03	0.92	Y=-0.1769X2+32.87
		ضریب تبدیل غذایی (گرم تولید تخم‌مرغ/ گرم مصرف خوراک) Feed conversion ratio (g FI/g EP)				
خط شکسته خطی Linear broken-line	97.02	92.72	101.30	0.02	0.83	Y=0.0571X+2.60
خط شکسته درجه دو Quadratic broken-line	95.95	89.48	102.4	0.01	0.89	Y=0.0153X2+2.61

نتیجه‌گیری کلی

افزایش تراکم انرژی و مواد مغذی جیره باعث افزایش خطی و معنی‌دار درصد تولید تخم‌مرغ و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و کاهش ضریب تبدیل خوراک در دوره پس از تولک‌بری (۱۰۳-۹۲ هفتگی) شد. تراکم انرژی و مواد مغذی جیره اثر معنی‌داری بر شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ مانند وزن کل و وزن نسبی زرده، سفیده و پوسته، واحد هاو، شاخص شکل، وزن ویژه و ضخامت پوسته تخم‌مرغ نداشت. با استفاده از معادله‌های خط شکسته خطی و درجه دوم این نتیجه حاصل شده که در دوره پس از تولک‌بری استفاده از جیره‌هایی با تراکم انرژی و مواد مغذی در سطح ۹۷-۹۵ درصد توصیه سویه های لاین W-36 دارای مناسب‌ترین عملکرد تولیدی است.

منابع

1- Akbari Moghaddam Kakhki, R., A. Golian, and H. Zarghi. 2016a. Effect of dietary digestible lysine concentration on performance, egg quality, and blood metabolites in laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 25(4):506-517.

2- Akbari Moghaddam Kakhki, R., A. Golian, and H. Zarghi. 2016b. Effect of digestible methionine+cystine concentration on performance, egg quality and blood metabolites in laying hens. British Poultry Science, 57(3):403-414.

3- Amaefule, K. U., G. S. Ojewola, and E. C. Uchegbu. 2004. The effect of methionine, lysine and/or vitamin C (ascorbic acid) supplementation on egg production and egg quality characteristics of layers in the humid tropics. Livestock Research for Rural Development 16(9): http://www.lrrd.org/lrrd16/9/cont1609.htm.

4- Applegate, T. J., E. M. Onyango, R. Angel, and W. J. Powers. 2009. Effect of amino acid formulation and dietary direct-fed microbial supplementation on egg production and egg characteristics in laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 18(3):552-561.

5- Asmundson, V. S. and G. A. Baker. 1940. Percentage shell as a function of shell thickness, egg volume, and egg

shape. Poultry Science, 19(4):227-232.
6- Cheng, T. K., A. Peguri, M. L. Hamre, and C. N. Coon. 1991. Effect of rearing regimens on pullet growth and subsequent laying performance. Poultry Science, 70(4):907-916.
7- Cunningham, D. C. and W. D. Morrison. 1976. Dietary energy and fat content as factors in the nutrition of developing egg strain pullets and young hens: 1. Effect on several parameters and body composition at sexual maturity. Poultry Science, 55(1):85-97.
8- DePersio, S., P. L. Utterback, C. W. Utterback, S. J. Rochell, N. O'Sullivan, K. Bregendahl, J. Arango, C. M. Parsons, and K. W. Koelkebeck. 2015. Effects of feeding diets varying in energy and nutrient density to Hy-Line W-36 laying hens on production performance and economics. Poultry Science, 94(2):195-206.
9- Figueiredo, G. O., A. G. Bertechini, E. J. Fassani, P. B. Rodrigues, J. Á. Brito, and S. F. Castro. 2012. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64(3):743-750.
10- Garcia, E. A., A. A. Mendes, C. C. Pizzolante, E. S. P. B. Saldanha, J. Moreira, C. Mori, and A. C. Pavan. 2005. Protein, methionine+ cystine and lysine levels for Japanese quails during the production phase. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 7(1):11-18.
11- Gunawardana, P., D. A. Roland Sr, and M. M. Bryant. 2008. Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted Hy-Line W-36 hens. Journal of Applied Poultry Research, 17(4):432-439.
12- Harms, R. H., G. B. Russell, and D. R. Sloan. 2000. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. Journal of Applied Poultry Research, 9(4):535-541.
13- Jalal, M. A., S. E. Scheideler, and E. M. Pierson. 2007. Strain response of laying hens to varying dietary energy levels with and without Avizyme supplementation. Journal of Applied Poultry Research, 16(3):289-295.
14- Ji, F., S. Y. Fu, B. Ren, S. G. Wu, H. J. Zhang, H. Y. Yue, J. Gao, A. Helmbrecht, and G. H. Qi. 2014. Evaluation of amino-acid supplemented diets varying in protein levels for laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 23(3):384-392.
15- Junqueira, O. M., A. C. De Laurentiz, R. da Silva Filardi, E. A. Rodrigues, and E. M. C. Casartelli. 2006. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. Journal of Applied Poultry Research, 15(1):110-115.
16- Leeson, S. and J. D. Summers. 1984. Influence of nutrient density on growth and carcass composition of weight-segregated leghorn pullets. Poultry Science, 63(9):1764-1772.
17- Leeson, S. and J. D. Summers. 1989. Response of Leghorn pullets to protein and energy in the diet when reared in regular or hot-cyclic environments. Poultry Science, 68(4):546-557.
18- Leeson, S. and J. D. Summers. 2005. Commercial poultry nutrition. 3rd edition, Nottingham University Press.
19- Leeson, S., J. D. Summers, and L. J. Caston. 2001. Response of layers to low nutrient density diets. Journal of Applied Poultry Research, 10(1):46-52.
20- Morris, T. R. 1968. The effect of dietary energy level on the voluntary calorie intake of laying birds. British Poultry Science, 9(3):285-295.
21- Narváez-Solarte, W., H. S. Rostagno, P. R. Soares, M. A. Silva, and L. F. U. Velasquez. 2005. Nutritional requirements in methionine+ cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. International Journal of Poultry Science, 4(12):965-968.
22- Novak, C., H. Yakout, and S. E. Scheideler. 2004. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. Poultry Science, 83(6):977-984.
23- Peebles, E. D. and C. D. McDaniel. 2004. Practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality. Mississipi: State University.
24- Rama Rao, S. V., V. Ravindran, M. Raju, T. Srilatha, and A. K. Panda. 2014. Effect of different concentrations of metabolisable energy and protein on performance of White Leghorn layers in a tropical climate. British Poultry Science, 55(4):532-539.
25- Rama Rao, S. V., V. Ravindran, T. Srilatha, A. K. Panda, and M. Raju. 2011. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. Journal of Applied Poultry Research, 20(4):528-541.
26- Safaa, H. M., M. P. Serrano, D. G. Valencia, X. Arbe, J.-M. E., R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2008. Effects of the levels of methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of brown laying hens in the late phase of production. Poultry Science, 87(8):1595-1602.
27- Silva, E. P., E. B. Malheiros, N. K. Sakomura, K. S. Venturini, L. Hauschild, J. C. P. Dorigam, and J. B. K. Fernandes. 2015. Lysine requirements of laying hens. Livestock Science, 173:69-77.
28- Summers, J. and S. Leeson. 1993. Influence of diets varying in nutrient density on the development and reproductive performance of White Leghorn pullets. Poultry Science, 72(8):1500-1509.
29- Wu, G., M. Bryant, P. Gunawardana, and D. Roland Sr. 2007. Effect of nutrient density on performance, egg

components, egg solids, egg quality, and profits in eight commercial leghorn strains during phase one. Poultry Science, 86(4):691-697.

30- Wu, G., M. Bryant, R. Voitle, and D. Roland Sr. 2005. Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and Dekalb White hens during phase I. Poultry Science, 84(10):1610-1615.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 2, Summer 2020, p. 197-209

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۲۰۹-۱۹۷

Effect of dietary energy and nutrients density on performance and egg quality in the 2nd production cycle in laying hens

S. Bagheri[1*]-A. Golian[2]- H. Nasiri Moghaddam[2]- H. Zarghi[3]
Submitted: 02-06-2018
Accepted: 26-08-2019

Introduction Increasing feed costs are significant issues in the poultry industry. Therefore, poultry producers often interested to feed low energy and nutrient dense diets to reduce production cost, while low energy and nutrients dense diets may not appear to supply sufficient energy for laying hens. Hens can regulate their feed intake to maintain energy and nutrient intake in accordance with their requirements. In this way, hens will consume more of a low energy and nutrients dense diet than of a high energy and nutrients dense diet, ensuring the calories and nutrient consumed be sufficient. However, some studies have shown that hens especially the modern ones are not precise in adjusting their feed intakes, such as the Hy-Line W-36, since they only have a limited capability to increase their feed intake to ensure adequate energy and nutrients intake. While low energy and nutrient dense diets are less expensive to purchase, they may not ensure optimal egg production if hens are unable to adjust their feed intake. On the other hand, the purchase price of low energy and nutrient dense diets can be substantially lower than high-density diets, if they are effective in maintaining long-term egg production performance, so that can result in increased returns for the producer. Thus, feeding low energy and nutrient dense diets to laying hens may result to improve returns due to a lower cost of diets. However, it has been shown that the increased efficiency of birds fed on high energy and nutrient dense diets can offset the higher cost of feed. The hypothesis of this study was to investigate how Hy-Line W-36 laying hens in post molting period can respond to lower energy and nutrients dense diets, through their increase in feed intake to maintain energy and nutrient consumption to support egg production.

Materials and methods The birds that used for this experiment were molted at the 70wk of age on a non-fasting feeding program according to the molting recommendation by Hy-line W36 laying hens guide. Three hundred twenty 78wk Hy-Line W36 hens were individually weighed and randomly assigned to 80 cages of four birds each. Eight replicate groups of 8 hens each (two adjacent cages) were randomly assigned to each of the 5 treatment diets with location within house as blocking criteria. The pre-experimental period was two weeks for acclimatization, and the experimental period was from 92-103 weeks of age (three 28d periods; 92-95, 96-99, 100-103wk of age). Experimental diets were formulated according to the guidelines in the Hy-Line W-36 Commercial Management Guide (2015) for 104g feed intake according to the average pre-experimental period egg production and feed intake data. Thus the control diet (100% of recommendation) was formulated to contain 2845 kcal/kg AMEn; 14.42% CP; 4.14% calcium; 0.48% available phosphorus; 0.17% sodium; 0.67% digestible lysine; 0.36 digestible methionine; 0.56 digestible methionine + cysteine; and 0.47 digestible threonine. Four other dietary concentrations of energy and nutrients density were formulated to provide 91, 94, 97, and 103% and one diet with the 100% of recommendations stated in the 2015 Hy-Line W36 commercial management guide. Egg production (number and weight) and mortality were recorded daily, whereas feed consumption was measured every 4wks as feed disappearance. Six eggs/replicate (48 eggs/treatment) laid in the last 72 h of each 28d period were collected and transported to Egg Quality Laboratory at the Ferdowsi University for of egg weight, albumen, yolk and shell relative weight, Haugh units, egg shape index, egg special gravity, and shell thickness determination. The feed cost/kg egg production was calculated by feed costs time feed conversion ratio. Data were analyzed by ANOVA using the GLM procedure of SAS 9.1 (2003), with dietary treatment and block as independent variables. Diet effects were evaluated using linear and quadratic orthogonal polynomial contrasts. The linear broken-line (LBL) and quadratic-broken line (QBL) regression models were used to

1- M.Sc., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2-Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3-Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*- Corresponding Author Email: Golian-a@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i2.73162

estimate the dietary energy and nutrient density ratios for optimization of egg mass and feed conversion ratio.

Results and discussion Previous research showed that hens would linearly adjust their feed intake in response to diet nutrient density by eating significantly more feed that was low in energy and less feed that was high in energy. These changes in feed intake were not in agreement with the results of the current study showed that egg production, and egg mass were increased and feed conversion ratio (FCR) decreased significantly and linearly, with the increase in dietary energy and nutrients density. There was not any significant difference in the egg production, egg mass and feed conversion ratio in birds fed diet containing three percent (103%) more nutrient density than that of strain recommendation. Whereas, feed intake, egg weight, white yolk and shell relative weight, egg shape index, specific gravity, egg shell thickness as well as Haugh unit were not significantly affected by dietary energy and nutrients density. Significant linear increase due to increase in energy and nutrients density were observed for most measured parameters, including hen-day egg production, egg weight, egg mass, feed efficiency, energy intake, and body weight gain. The hen-day egg production showed that hens fed diets containing 91% of control diet laid fewer eggs than those fed diets with 100 or 103% of nutrients recommendation. The energy and nutrient requirement for optimal egg mass (g/b/d) and FCR during the post molting period (92-103Wk) by LBL model were 94.96 and 97.02%, and by QBL model 95.71 and 95.95% of strain recommended, respectively.

Conclusion In summary, the increase in energy and nutrients density in diet of Hy-Line W-36 laying hens increased egg production, egg weight, egg mass, energy intake as well as decreased body weight losses and feed conversion ratio. The regression analyses of data showed that, laying hens diet formulated at the 95-97% of nutrients recommendation had the optimal egg production and economic performance during the second egg production cycle. Furthermore, hens were unable to adjust their feed intakes since the lowest energy and nutrients density diet deteriorate egg production performance.

Keywords: Egg quality, Energy and nutrient density, Laying hen, Performance